

18 MAR 2005

EP03/10964



REC'D 28 NOV 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 46 563.0

Anmeldetag: 05. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: november Aktiengesellschaft Gesellschaft
für Molekulare Medizin, Erlangen/DE

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung
der Farbe/n auf einer Oberfläche

IPC: G 01 J 3/50

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Wehner

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der Farbe/n auf einer Oberfläche

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der Farbe/n auf einer Oberfläche, insbesondere von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben.
- 10 Solche sich in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben werden beispielsweise zur Herstellung fälschungssicherer Markierungen und Etiketten, z. B. für Geldscheine, verwendet.
- 15 Nach dem Stand der Technik ist es allgemein bekannt, Farben auf Oberflächen mit Hilfe von Spektrometern zu bestimmen. Aus der US 5,369,481 sowie der US 4,968,143 sind Vorrichtungen zur Messung von Farben bekannt, die das Messprinzip der so genannten Ulbricht'schen Kugel verwenden. Dabei wird die
- 20 Oberfläche unter verschiedenen Winkeln mit weißem Licht beleuchtet. Das diffus gestreute Licht wird unter einem festen Winkel erfasst und spektral analysiert. Die bekannten Vorrichtungen sind teuer. Sie eignen sich nicht zur Messung von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben.
- 25

Aus der US 5,042,893 ist eine Vorrichtung zur Spektralanalyse bekannt. Dabei wird das von einer Probe reflektierte Licht in eine Lichtleitfaser eingekoppelt und in ein Spektrometer geleitet. Dort wird es spektral aufgespaltet und die Intensität

30 des spektral aufgespalteten Lichts mittels einer Photodiode gemessen. Die Vorrichtung ist insbesondere wegen der erforderlichen Lichtleitfaseroptik teuer. Sie eignet sich nicht ohne weiteres zur Messung von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben.

35

Die US 6,285,452 beschreibt eine Vorrichtung zur Messung von Farben, bei der die Oberfläche einer Probe ohne Verwendung einer Lichtleitfaseroptik bestrahlt wird. Das von der Probe zurückgeworfene Licht wird spektral analysiert. Auch diese Vorrichtung benötigt teure spektral zerlegende Komponenten. Sie eignet sich ebenfalls nicht zur Messung von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile nach dem Stand der Technik zu beseitigen. Es sollen insbesondere eine Vorrichtung und ein Verfahren angegeben werden, mit denen auf einfache und kostengünstige Weise Farben, insbesondere in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernde Farben, bestimmbar sind..

15

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 18 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 17 und 19 bis 35.

20 Nach Maßgabe der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Bestimmung der Farbe/n auf einer Oberfläche, insbesondere von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben, vorgesehen, mit

25

a) mehreren, Licht in einem vorgegebenen Spektralbereich emittierenden, ersten Lichtquellen, wobei sich die Lichtquellen in der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden, und wobei die ersten Lichtquellen in einem Gehäuse so aufgenommen sind, dass sie die Oberfläche bei darauf aufgesetzten Gehäuse unter einem vorgegebenen ersten Winkel bestrahlen,

30

b) einem in einem zweiten Winkel angeordneten ersten Mittel zur Messung der Intensitäten des von der Oberfläche reflektierten Lichts, und

35

c) einem Mittel zum automatischen Vergleich der gemessenen Intensitäten mit für die jeweiligen Lichtquellen für mindestens eine vorgegebene Farbe gespeicherten Referenz-Intensitäten oder zur Berechnung der Koordinaten im Farbraum.

5

Die vorgeschlagene Vorrichtung ist einfach aufgebaut. Es entfällt insbesondere das Vorsehen kostenaufwändiger spektral zerlegender Komponenten. Mit der vorgeschlagenen Vorrichtung wird in Abkehr von den nach dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen das von der Oberfläche reflektierte Licht nicht spektral zerlegt. Es wird stattdessen Licht in mehreren unterschiedlichen Wellenlängen auf die Oberfläche eingestrahlt und deren reflektierte Intensitäten gemessen. Diese werden mit zuvor für mindestens eine vorgegebene Farbe gemessenen Referenz-Intensitäten verglichen oder es werden aus diesen die Koordinaten im Farbraum berechnet. Eine solche Vorrichtung lässt sich mit relativ billig verfügbaren Bauelementen realisieren.

10

15

20

25

30

Nach einer Ausgestaltung sind mehrere, in einem vorgegeben Spektralbereich emittierende, zweite Lichtquellen vorgesehen, wobei sich die zweiten Lichtquellen in der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden und wobei die zweiten Lichtquellen im Gehäuse so aufgenommen sind, dass sie die Oberfläche bei darauf aufgesetztem Gehäuse unter einem vorgegeben dritten Winkel bestrahlen. Das Vorsehen von zweiten Lichtquellen, welche unter einem vorgegeben dritten Winkel die Oberfläche bestrahlen, ermöglicht die Bestimmung von Farben in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels. Es können damit so genannte Kippfarbefeekte identifiziert werden, wie sie insbesondere zur fälschungssicheren Markierung von Geldscheinen oder dgl. benutzt werden.

35

Zweckmäßigerweise ist ein in einem vierten Winkel angeordnetes zweites Mittel zur Messung der Intensitäten des von der

Oberfläche reflektierten Lichts vorgesehen. Das Vorsehen eines solchen zweiten Mittels zur Messung der Intensitäten gewährleistet eine besondere zuverlässige Erkennung und Bestimmung der Farben. Beispielsweise ist es möglich, zur Bestimmung von Farben die Oberfläche mittels der ersten Lichtquellen zu bestrahlen und das reflektierte Licht sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Mittel zur Messung der Intensitäten des von der Oberfläche reflektierten Lichts unter verschiedenen Winkeln zu erfassen. Damit ist eine besonders zuverlässige Farbbestimmung möglich. Gleichzeitig ermöglicht das Vorsehen zweiter Mittel zur Messung der Intensitäten des reflektierten Lichts auch die Bestimmung von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass der vorgegebene Spektralbereich bei halber Maximalintensität eine Breite von weniger als 100 nm, vorzugsweise von weniger als 50 nm, aufweist. Die Breite bei halber Maximalintensität wird auch als Halbwertsbreite oder full-width-at-half-maximum (FWHM) bezeichnet. Als Lichtquellen kommen zweckmäßigerweise Leuchtdioden, Laser oder die freien Enden von damit verbundenen Lichtleitfasern zur Anwendung. Es können auch Leuchtdioden verwendet werden, welche Licht mit verschiedenen Wellenlängen aussenden können. Das Mittel zur Messung der Intensitäten weist vorteilhafterweise mindestens eine Photodiode auf.

Insbesondere für Farbbewertungen, beispielsweise mittels Normfarbwerten (DIN 5033), ist es sinnvoll, Lichtquellen einzusetzen, deren Emissionsmaximum in etwa auf die Normspektralwertfunktionen abgestimmt ist. Beispielsweise lassen sich die so genannten Normvalenz-System Koordinaten x , y und z mit dem Dreibereichsverfahren aus den Normfarbwerten X , Y und Z berechnen:

$$x = X / (X + Y + Z), \quad y = Y / (X + Y + Z), \quad z = Z / (X + Y + Z).$$

Die Normfarbwerte wiederum werden aus den, an die drei Normspektralwertfunktionen mit Maxima bei 443, 558 und 595 nm angepassten, Reflexionsgraden R_x , R_y und R_z bestimmt, welche mit den passend ausgewählten Lichtquellen gemessen werden können.

5

Nach einer weiteren Ausgestaltung ist der erste Winkel gleich dem zweiten Winkel, so dass das auf der Oberfläche eingestrahlte Licht spekulär reflektiert unter dem zweiten Winkel gemessen wird. Dabei sind also die ersten Lichtquellen und das erste Mittel zur Messung der Intensitäten bezüglich der Normalen auf den Messpunkt unter demselben Winkel angeordnet. Bei der vorgeschlagenen Anordnung sind die reflektierten Intensitäten maximal. Damit wird die Zuverlässigkeit sowie die Geschwindigkeit der Messung erhöht.

10

15

Nach einem weiteren Ausgestaltungsmerkmal ist der dritte Winkel gleich dem vierten Winkel, so dass das auf der Oberfläche unter dem dritten Winkel eingestrahlte Licht spekulär reflektiert unter dem vierten Winkel gemessen wird. Das ermöglicht eine besonders zuverlässige Bestimmung von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben.

20

Nach einer weiteren Ausgestaltung sind der erste und der dritte Winkel voneinander verschieden und liegen in einem Bereich von 5° bis 60° , vorzugsweise von 15° bis 45° . Unter den vorgenannten Winkeln werden Intensitäten reflektiert, die sich gut zur Messung eignen.

25

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist eine Einrichtung zum sequenziellen Beleuchten der Oberfläche mit den Lichtquellen und zum Messen der jeweiligen Intensitäten des reflektierten Lichts in definierter Reihenfolge vorgesehen.

30

Vorteilhaft ist es ferner, dass das Emissionsmaximum der Lichtquellen im nahen UV-, im sichtbaren- oder im IR-Spek-

35

tralbereich liegt. Besonders geeignet sind Lichtquellen im Wellenlängenbereich von 350 nm bis 1000 nm.

5 Nach einer weiteren Ausgestaltung wird die Beleuchtungs- und die Messdauer in Abhängigkeit der Leuchtcharakteristik jeder der Lichtquellen und/oder der Messcharakteristik des Mittels zur Messung der Intensitäten festgelegt. Es ist dazu eine geeignete Einrichtung zur Steuerung der Beleuchtungs- und der Messdauer vorgesehen. Die Leuchtstärke der Lichtquellen hängt
10 stark von der emittierten Wellenlänge ab. Um vergleichbare Messsignale zu erhalten, ist es zweckmäßig, die Leuchtdauer der einzelnen Lichtquellen in Abhängigkeit deren emittierter Wellenlänge anzupassen. In gleicher Weise wird die Messdauer an die Messcharakteristik des Mittels zur Messung der Intensitäten angepasst.
15

Nach einer weiteren Ausgestaltung sind mechanische, elektronische oder Software-technische Einrichtungen zur Kompensation von Untergrundlicht vorgesehen. Untergrundlicht, beispielsweise Umgebungslicht, beeinflusst das Messsignal. Mittels mechanischer Einrichtungen wird Umgebungslicht möglichst weit gehend abgeschirmt. Es ist ferner möglich, Restlicht, welches bei ausgeschalteten Lichtquellen an den Mitteln zur Messung der Intensitäten ankommt, zu berücksichtigen. Eine so
20 genannte Dunkelmessung kann entweder vor oder nach der eigentlichen Farbmessung erfolgen. Ferner lassen sich durch elektronische Filter oder Software-gestützte Filter ungewollte Störsignale, z. B. Frequenzen von 50 Hz oder 100 Hz, von den eigentlichen Messsignalen trennen.
25

30 Nach einer weiteren Ausgestaltung sind mindestens 3 und höchstens 12 erste und/oder zweite Lichtquellen vorgesehen. Die Anzahl der eingesetzten Lichtquellen beeinflusst die Genauigkeit der Farbestimmung. Aus Platz- und Anordnungsgründen hat

es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, zwischen 4 und 7 Lichtquellen pro Messwinkel zu verwenden.

5 Nach einer weiteren Ausgestaltung weist das Mittel zum automatischen Vergleich oder zur Berechnung der Koordinaten im Farbraum einen Microcontroller auf. Im Microcontroller können Referenz-Intensitäten oder Koordinaten im Farbraum gespeichert und mit gemessenen Werten verglichen werden. Zweckmäßigerweise ist eine Anzeigevorrichtung, vorzugsweise ein Display
10 oder eine oder mehrere weitere Leuchtdioden, zur Anzeige des beim Vergleich ermittelten Ergebnisses vorgesehen. Die Anzeigevorrichtung kann auch in einem externen Gerät, wie z. B. PDA oder Laptop, integriert sein, welches mit der Vorrichtung über ein Kabel oder über kabellose Verbindungen Daten
15 austauscht. Mit einer solchen Anzeigevorrichtung ist es z. B. möglich, einer identifizierten Kippfarbe zusätzlich einen Herkunftsparameter zuzuordnen und diesen mittels der Anzeigevorrichtung auszugeben. So können in für den Verkehr nicht erkennbarer Weise Markierungen mit verschlüsselten Informationen über Distributionswege, Herkunft oder für logistische
20 Zwecke identifiziert werden.

25 Zur Trennung der Störsignale von den Messsignalen kann zweckmäßigerweise eine Einrichtung zur Modulation der Lichtquellen vorgesehen sein.

Nach weiterer Maßgabe der Erfindung ist ein Verfahren zur Bestimmung der Farbe/n auf einer Oberfläche, insbesondere von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben, vorgesehen, mit folgenden Schritten:
30

aa) Bestrahlen der Oberfläche mit mehreren, Licht in einem vorgegebenen Spektralbereich emittierenden, ersten Lichtquellen unter einem ersten Winkel, wobei sich die Lichtquellen in

der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden,

5 bb) Messen der Intensitäten des von der Oberfläche reflektierten Lichts in einem zweiten Winkel, und

10 cc) Vergleichen der gemessenen Intensitäten mit für die jeweiligen Lichtquellen für mindestens eine vorgegebene Farbe gespeicherten Referenz-Intensitäten oder Berechnen der Koordinaten im Farbraum.

15 Das vorgeschlagene Verfahren ist einfach und ohne großen technischen Aufwand durchführbar. Insbesondere sind keine kostenaufwändigen spektral zerlegenden Komponenten erforderlich. Gleichwohl können mit dem vorgeschlagenen Verfahren zuverlässig Farben und/oder in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernde Farben bestimmt werden.

20 Die vorteilhaften Ausgestaltungen des Verfahrens entsprechen denen der Vorrichtung und sind sinngemäß in gleicher Weise auf das Verfahren übertragbar.

25 Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines Messkopfs der Vorrichtung,

30 Fig. 2 Anordnungen von Lichtquellen,

Fig. 3 ein Blockschaltbild der Vorrichtung und

35 Fig. 4 Messergebnisse von Absorptionsmessungen unter verschiedenen Beleuchtungswinkeln.

In Fig. 1 ist ein Messkopf einer Vorrichtung zur Bestimmung von auf einer Oberfläche aufgetragenen Farben gezeigt, die sich in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels ändern. Mit 1 ist eine Gruppe von ersten Lichtquellen bezeichnet, mit denen unter einem ersten Winkel α_1 ein auf einer Oberfläche 0 der Probe befindlicher Messpunkt M beleuchtet werden kann. Unter einem zweiten Winkel α_2 ist eine erste Photodiode 2 angeordnet. Ferner ist im Messkopf unter einem dritten Winkel β_1 eine Gruppe von zweiten Lichtquellen 3 aufgenommen. Unter einem vierten Winkel β_2 ist eine zweite Photodiode 4 vorgesehen. Der erste Winkel α_1 und der zweite Winkel α_2 sind bezüglich einer Normalen N auf den Messpunkt M gleich groß. Außerdem liegen die zu den beiden Winkeln gehörenden Geraden sowie die Normale N in einer Ebene. Ebenso sind der dritte Winkel β_1 und der vierte Winkel β_2 bezüglich der Normalen N gleich groß. Auch die Geraden zu diesen beiden Winkeln liegen in einer Ebene mit der Normalen N. Die Lichtquellen 1, 3 und die Photodioden 2, 4 sind in einem gemeinsamen lichtundurchlässigen Gehäuse 5 befestigt, das im Boden eine Messöffnung 6 aufweist.

Sowohl bei den ersten Lichtquellen 1 als auch bei den zweiten Lichtquellen 3 kann es sich um Leuchtdioden handeln, deren Emissionsspektrum eine Halbwertsbreite von weniger als 50 nm aufweist. Die Emissionsmaxima der Leuchtdioden sind jeweils verschieden voneinander. Es ist gleichwohl zweckmäßig, dass die erste Gruppe von Lichtquellen 1 und die zweite Gruppe von Lichtquellen 2 jeweils dieselbe Anzahl an Leuchtdioden mit jeweils derselben Leuchtcharakteristik aufweisen.

In Fig. 2 sind verschiedene Anordnungen der ersten Leuchtquellen 1 und der zweiten Lichtquellen 2 gezeigt. Die ersten Lichtquellen 1 können aus mindestens 3 und höchstens 12 unterschiedlichen Leuchtkörpern bestehen. Besonders bevorzugt bestehen die ersten Leuchtquellen 1 und die zweiten Leucht-

quellen 2 aus 7 unterschiedlichen Leuchtkörpern. Bei den Leuchtkörpern kann es sich neben Leuchtdioden auch um Laser oder um die einen Enden von Lichtleitfasern handeln, deren andere Enden jeweils mit einer Lichtquelle, z. B. einer Leuchtdiode oder einem Laser, verbunden sind.

In Fig. 3 ist als Blockschaltbild schematisch der Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt. Ein Microcontroller 7 weist mehrere Ein-/Ausgänge Port A, Port B, Port C, Port D, einen Mikroprozessor CPU, einen Analog-Digital-Wandler AD/DA, eine variable Speichereinheit RAM, einen Festspeicher EEPROM sowie eine Schnittstelle RS232 und eine ICP-Schnittstelle zum Anschluss an externe Datenverarbeitungseinrichtungen, wie z. B. PC auf. Der Ein-/Ausgang Port D ist über einen Demultiplexer 8 mit den ersten Lichtquellen 1 und den zweiten Lichtquellen 3 verbunden. Das Gehäuse 5 ist hier der Übersichtlichkeit halber weggelassen worden. Die erste Photodiode 2 und die zweite Photodiode 4 sind über einen Verstärker 9 und einem Filter 10 mit dem Ein-/Ausgang Port A des Microcontrollers 7 verbunden. Zur Steuerung der Vorrichtung sind manuelle Taster 11a, 11b mit dem Ein-/Ausgang Port C verbunden. Der weitere Ein-/Ausgang Port B dient dem Anschluss einer Anzeigevorrichtung 12 oder einer Leuchtdiode. Mit 13 ist eine Stromversorgungseinheit bezeichnet, die beispielsweise aus Batterien oder wiederaufladbaren Akkus und Spannungsreglern bestehen kann.

Die Funktion der Vorrichtung ist folgende:

Im Flash Program Memory des Microcontrollers ist ein vorgegebenes Messprogramm gespeichert. Das Messprogramm kann nach Aufsetzen des Gehäuses 5 auf die zu messende Oberfläche 0 durch Betätigung des ersten Tasters 11a gestartet werden. Zweckmäßigerweise erfolgt zunächst mittels der ersten Photodiode 2 und der zweiten Photodiode 4 eine Messung des Unter-

grundlichts. Der gemessene Wert wird entsprechend dem Messprogramm in der variablen Speichereinheit RAM abgelegt. Anschließend werden nacheinander die Lichtquellen 1 für eine vorgegebene Zeit eingeschaltet. Während der Einschaltphase erfolgt für jede der Lichtquellen 1 eine Messung der reflektierten Intensität mittels der ersten Photodiode 2 und der zweiten Photodiode 4. Die gemessenen Werte werden in der variablen Speichereinheit RAM abgelegt. Anschließend werden nacheinander, d.h. sequenziell, die Leuchtkörper der zweiten Lichtquellen 3 ein- und wieder ausgeschaltet. Während der Einschaltphase jeder der Leuchtkörper erfolgt wiederum eine Messung der reflektierten Intensität mittels der ersten Photodiode 2 und der zweiten Photodiode 4. Die gemessenen Werte werden unter Verwendung der zuvor gemessenen Werte des Untergrundlichts korrigiert und ebenfalls in der variablen Speichereinheit RAM abgelegt. Nach Beendigung der Messung werden die gemessenen Werte mit im EEPROM gespeicherten Referenz-Intensitäten verglichen. Sofern die Messwerte innerhalb eines vorgegebenen Bereichs der Referenz-Intensitäten liegen, stellt das Messprogramm fest, dass die gemessene Farbe mit der den Referenz-Intensitäten entsprechenden Farbe übereinstimmt. Das Ergebnis wird über die Anzeigevorrichtung 12 ausgegeben. Auf diese Weise können nicht nur Farben, sondern auch in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernde Farben auf einfache Weise zuverlässig bestimmt werden. Solche Referenz-Intensitäten können beispielsweise durch eine Referenz-Messung einer vorgegebenen Farbe ermittelt und anschließend abgespeichert werden. Es ist selbstverständlich möglich, für eine Vielzahl vorgegebener Farben Referenz-Intensitäten zu bestimmen und dann abzuspeichern. So können beispielsweise Referenz-Intensitäten von Farben mit Kippeffekten für verschiedene Vertriebswege gespeichert werden. Mit der vorgeschlagenen Vorrichtung kann dann nicht nur erkannt werden, ob das betreffende Produkt echt ist, sondern auch, ob es über den vorgesehenen Vertriebsweg ausgeliefert worden ist.

Zur Durchführung einer weiteren Messung wird die zweite Taste 11b betätigt. In diesem Fall kann die Messung sofort beginnen. Zur Korrektur der Messergebnisse kann auf den bereits zuvor ermittelten Messwert des Untergrundlichts zurückgegriffen werden.

Statt eines Vergleichs zwischen den gemessenen Intensitäten und den Referenz-Intensitäten ist es selbstverständlich auch möglich, auf der Grundlage der gemessenen Intensitäten eine Berechnung der Koordinaten im Farbraum durchzuführen. In diesem Fall ist das Programm entsprechend abzuwandeln.

Zur Korrektur der Messwerte bzw. zur Trennung der gemessenen Werte von Störsignalen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, eine Einrichtung zur Modulation der Lichtquellen 1, 3 vorzusehen. In diesem Fall werden die Lichtquellen 1, 3 während der Einschaltphase mit einer vorgegebenen Frequenz betrieben. Die von den Photodioden 2, 4 gemessenen Intensitäten werden nur insoweit berücksichtigt, als sie im beobachteten Frequenzfenster messbar sind. Unter anderem durch künstliches Licht hervorgehobene Störfrequenzen, z. B. 50 Hz oder 100 Hz, können auf diese Weise eliminiert werden. Alle nicht modulierten Signale können beispielsweise über Lock-In-Technik von den modulierten Signalen getrennt werden.

Das Einspielen geeigneter Messprogramme oder die Programmierung des Microcontrollers erfolgt zweckmäßigerweise über die ICP-Schnittstelle.

Zweckmäßigerweise ist die Vorrichtung gemeinsam mit dem Messkopf in einem einzigen Gehäuse als tragbares Handgerät ausgeführt. Es kann aber auch sein, dass der Messkopf mit einem Kabel mit der Vorrichtung verbunden ist. Sofern mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung lediglich eine einfache Bestimmung von auf Oberflächen aufgetragenen Farben durchgeführt

werden soll, reicht es aus, erste Lichtquellen 1 und die erste Photodiode 2 und/oder die zweite Photodiode 4 vorzusehen. Zur Messung von sich in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels ändernden Farben ist es erforderlich, erste Lichtquellen 1 und zweite Lichtquellen 3 sowie die erste Photodiode 2 und/oder die zweite Photodiode 4 vorzusehen.

Zur Minimierung der Gesamtmessdauer bei sequenziellen Messverfahren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den Messvorgang abubrechen und wieder von vorne zu beginnen, wenn zwischen 1 und 5 der gemessenen Intensitätswerte nicht mit den gespeicherten Referenz-Intensitäten übereinstimmen. Besonders vorteilhaft ist dieses Abbruchkriterium bei 3 Intensitätswerten. Auf diese Weise arbeitet die Vorrichtung in einem dynamischen Modus, der ein einfaches Handling erlaubt. Sobald ein mit den Referenz-Intensitäten übereinstimmender Datensatz von gemessenen Intensitätswerten ermittelt worden ist, wird der Messvorgang abgebrochen und ein positives Messergebnis ausgegeben. Um die Gesamtmesszeit zu begrenzen, wird die Messdauer beispielsweise auf 5 Sekunden begrenzt. Falls bis dahin keine Übereinstimmung der gemessenen Intensitätswerte mit den Referenz-Intensitäten erzielt worden ist, wird ein negatives Messergebnis signalisiert.

Fig. 4 zeigt einen Vergleich von Messwerten eines erfindungsgemäß arbeitenden Lesegeräts mit Messwerten eines kommerziell erhältlichen Spektrometers (LIGA-Mikrospektrometer STEAG microParts). Das Lesegerät arbeitet mit einem Optikkopf, wie er in Fig. 1 zu sehen ist, und beleuchtet die Oberfläche der gemessenen Kippfarbe sequenziell jeweils mit Leuchtdioden der Wellenlänge 441, 565, 591, 632, 650, 682 und 880 nm. Gemessen wurde eine in Abhängigkeit des Beobachtungswinkel sich ändernde Farbe bei den Winkeln 18° und 42°. Aus den dabei gewonnenen Intensitätsmesswerten I und den, zuvor durch eine analoge Messung an einem polierten Aluminiumspiegel gewonne-

nen, jeweils maximal reflektierten Intensitäten I_{\max} lässt sich die Absorption A in Prozent berechnen.

$$A = I/I_{\max} \cdot 100$$

3

Wie in Fig. 4 zu sehen ist, folgen die Absorptionswerte des beschriebenen Lesegeräts bei beiden Messwinkeln sehr genau dem Kurvenverlauf der mittels des Spektrometers gemessenen Absorption.

10

Bezugszeichenliste

	1	erste Lichtquellen
	2	erste Photodiode
5	3	zweite Lichtquellen
	4	zweite Photodiode
	5	Gehäuse
	6	Messöffnung
	7	Microcontroller
10	8	Demultiplexer
	9	Verstärker
	10	Filter
	11a, b	erster, zweiter Taster
	12	Anzeigevorrichtung
15	13	Stromversorgung
	O	Oberfläche
	M	Messpunkt
20	$\alpha 1, \alpha 2$	erster, zweiter Winkel
	$\beta 1, \beta 2$	dritter, vierter Winkel
	N	Normale
	Port A, B, C, D	Ein-/Ausgang
	AD/DA	Analog-Digital-Wandler
25	RAM	variable Speichereinheit
	EEPROM	Festspeicher
	CPU	Mikroprozessor
	RS232	Schnittstelle
	PC	Datenverarbeitungseinrichtung
30		

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Farbe/n auf einer Oberfläche (0), insbesondere von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben, mit
- 5
- a) mehreren, Licht in einem vorgegebenen Spektralbereich emittierenden, ersten Lichtquellen (1), wobei sich die ersten Lichtquellen (1) in der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden, und wobei die ersten Lichtquellen (1) in einem Gehäuse (5) so aufgenommen sind, dass sie die Oberfläche (0) bei darauf aufgesetztem Gehäuse (5) unter einem vorgegebenen ersten Winkel (α_1) bestrahlen,
- 10
- b) einem in einem zweiten Winkel (α_2) angeordneten ersten Mittel (2) zur Messung der Intensitäten des von der Oberfläche (0) reflektierten Lichts, und
- 15
- c) einem Mittel (7) zum automatischen Vergleich der gemessenen Intensitäten mit für die jeweiligen Lichtquellen (1) für mindestens eine vorgegebene Farbe gespeicherten Referenz-Intensitäten oder zur Berechnung der Koordinaten im Farbraum.
- 20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei mehrere, in einem vorgegebenen Spektralbereich emittierende, zweite Lichtquellen (3) vorgesehen sind, wobei sich die zweiten Lichtquellen (3) in der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden, und wobei die zweiten Lichtquellen (3) im Gehäuse (5) so aufgenommen sind, dass sie die Oberfläche (0) bei darauf aufgesetztem Gehäuse (5) unter einem vorgegebenen dritten Winkel (β_1) bestrahlen.
- 25
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein in einem vierten Winkel (β_2) angeordnetes zweites Mittel
- 30

(4) zur Messung der Intensitäten des von der Oberfläche (O) reflektierten Lichts vorgesehen ist.

5 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der vorgegebene Spektralbereich bei halber Maximalintensität eine Breite von weniger als 100 nm, vorzugsweise von weniger als 50 nm, aufweist.

10 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lichtquellen (1, 3) Leuchtdioden, Laser oder die freien Enden von damit verbundenen Lichtleitfasern sind.

15 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Mittel zur Messung der Intensitäten mindestens eine Photodiode (2, 4) aufweist.

20 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das auf die Oberfläche (O) unter dem ersten Winkel (α_1) eingestrahlte Licht spekulär reflektiert in dem zweiten Winkel (α_2) gemessen wird.

25 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei das auf die Oberfläche (O) unter dem dritten Winkel (β_1) eingestrahlte Licht spekulär reflektiert in dem vierten Winkel (β_2) gemessen wird.

30 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste (α_1) und der dritte (β_1) Winkel voneinander verschieden sind und in einem Bereich von 5° bis 60° , vorzugsweise von 15° bis 45° , liegen.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Einrichtung zum sequenziellen Beleuchten der Oberfläche (O) mit den Lichtquellen (1, 3) und zum Messen (2, 4)

der jeweiligen Intensitäten des reflektierten Lichts in definierter Reihenfolge vorgesehen ist.

- 5 11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Emissionsmaximum der Lichtquellen (1, 3) im nahen UV-, im sichtbaren- oder im IR-Spektralbereich liegt.
- 10 12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Beleuchtungs- und die Messdauer in Abhängigkeit der Leuchtcharakteristik jeder der Lichtquellen (1, 3) und/oder der Messcharakteristik des Mittels (2, 4) zur Messung der Intensitäten festgelegt wird.
- 15 13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine mechanische, elektronische oder Software-technische Einrichtung zur Kompensation von Untergrundlicht vorgesehen ist.
- 20 14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zur Trennung der Störsignale von den Messsignalen eine Einrichtung zur Modulation der Lichtquellen (1, 3) vorgesehen ist.
- 25 15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche wobei mindestens 3 und höchstens 12 erste (1) und/oder zweite (3) Lichtquellen vorgesehen sind.
- 30 16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Mittel zum automatischen Vergleich oder zur Berechnung der Koordinaten im Farbraum einen Microcontroller (7) aufweist.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Anzeigevorrichtung (12), vorzugsweise ein Display

oder eine oder mehrere weitere Leuchtdioden, zur Anzeige des beim Vergleich ermittelten Ergebnisses vorgesehen ist.

18. Verfahren zur Bestimmung der Farbe/n auf einer Oberfläche, insbesondere von in Abhängigkeit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben, mit folgenden Schritten:

aa) Bestrahlen der Oberfläche (O) mit mehreren, Licht in einem vorgegebenen Spektralbereich emittierenden, ersten Lichtquellen (1) unter einem ersten Winkel (α_1), wobei sich die Lichtquellen (1, 3) in der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden,

bb) Messen der Intensitäten des von der Oberfläche (O) reflektierten Lichts in einem zweiten Winkel (α_2),

cc) Vergleichen der gemessenen Intensitäten mit für die jeweiligen Lichtquellen (1, 3) für mindestens eine vorgegebene Farbe gespeicherten Referenz-Intensitäten oder Berechnen der Koordinaten im Farbraum.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Oberfläche mittels mehreren, in einem vorgegebenen Spektralbereich emittierenden, zweiten Lichtquellen (3) unter einem dritten Winkel (β_1) beleuchtet wird, wobei sich die zweiten Lichtquellen (3) in der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 19, wobei der vorgegebene Spektralbereich bei halber Maximalintensität eine Breite von weniger als 100 nm, vorzugsweise von weniger als 50 nm, aufweist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei die Intensitäten des von der Oberfläche (0) reflektierten Lichts in einem vierten Winkel (β_2) gemessen wird.

5 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, wobei die Beleuchtungs- (α_1 , β_2) und Messwinkel (α_2 , β_2) durch Anbringen der Lichtquellen (1, 3) und der Mittel (2, 4) zur Messung der Intensitäten in einem gemeinsamen Gehäuse (5) festgelegt werden.

10

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22, wobei als Lichtquellen (1, 3) Leuchtdioden, Laser oder die freien Enden von damit verbundenen Lichtleitfasern verwendet werden.

15

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 23, wobei als Mittel zur Messung der Intensitäten mindestens eine Photodiode (2, 4) verwendet wird.

20

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 24, wobei das auf die Oberfläche (0) im ersten Winkel (α_1) eingestrahlte Licht spekulär reflektiert unter dem zweiten Winkel (α_2) gemessen wird.

25

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, wobei das auf die Oberfläche (0) im dritten Winkel (β_1) eingestrahlte Licht spekulär reflektiert unter dem vierten Winkel (β_2) gemessen wird.

30

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 26, wobei der erste (α_1) und der dritte (β_1) Winkel voneinander verschieden sind und in einem Bereich von 5° bis 60° , vorzugsweise 15° bis 45° , liegen.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 27, wobei die Lichtquellen (1, 3) sequenziell in definierter Reihenfolge betrieben werden.

5 29. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 28, wobei das Emissionsmaximum der Lichtquellen (1, 3) im nahen UV-, im sichtbaren- oder im IR-Spektralbereich liegt.

10 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 29, wobei die Beleuchtungs- und die Messdauer in Abhängigkeit der Leuchtcharakteristik jeder der Lichtquellen (1, 3) und/oder der Messcharakteristik des Mittels (2, 4) zur Messung der Intensitäten festgelegt wird.

15 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 30, wobei durch mechanische, elektronische oder Software-technische Maßnahmen Untergrundlicht kompensiert wird.

20 32. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 31, wobei zur Trennung der Störsignale von den Messsignalen die Lichtquellen (1, 3) moduliert betrieben werden.

25 33. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 32, wobei mindestens 3 und höchstens 12 erste (1) und/oder zweite Lichtquellen (3) vorgesehen sind.

30 34. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 33, wobei der automatische Vergleich oder die Berechnung der Koordinaten im Farbraum unter Verwendung eines Microcontrollers (7) durchgeführt wird.

35 35. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 34, wobei das beim Vergleich ermittelte Ergebnis mittels einer Anzeigevorrichtung (12), vorzugsweise eines Displays oder einer oder mehrerer weitere Leuchtdioden, angezeigt wird.

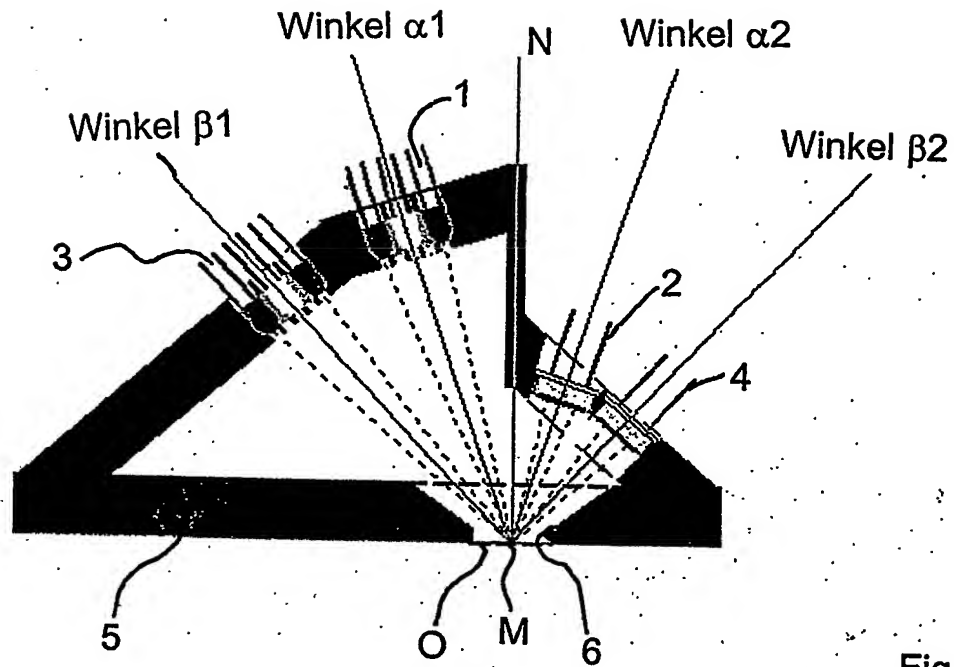


Fig. 1

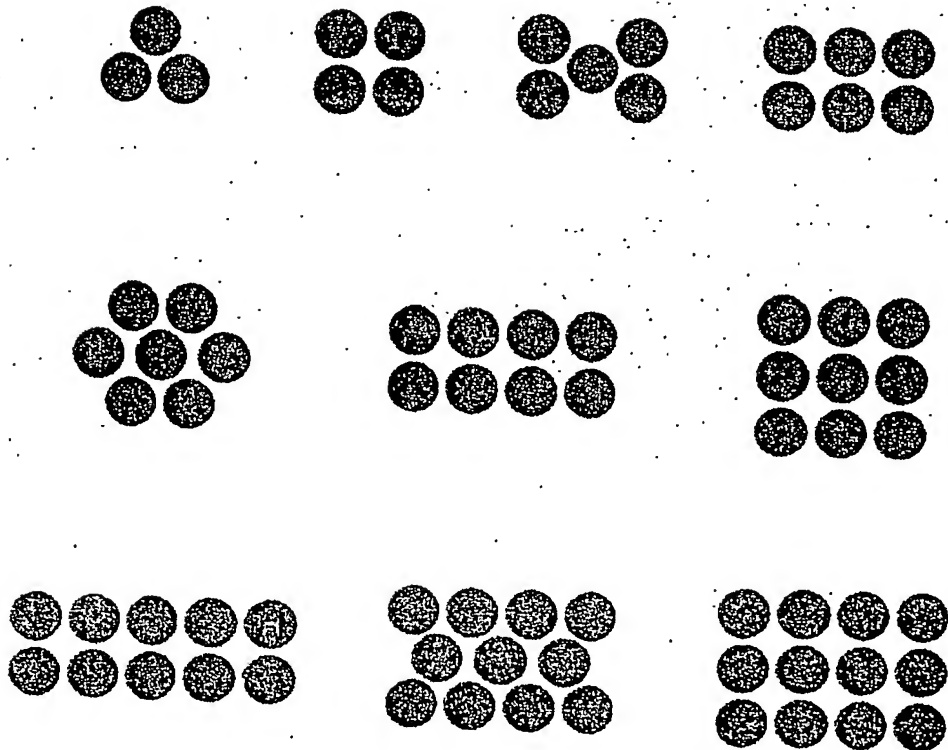


Fig. 2

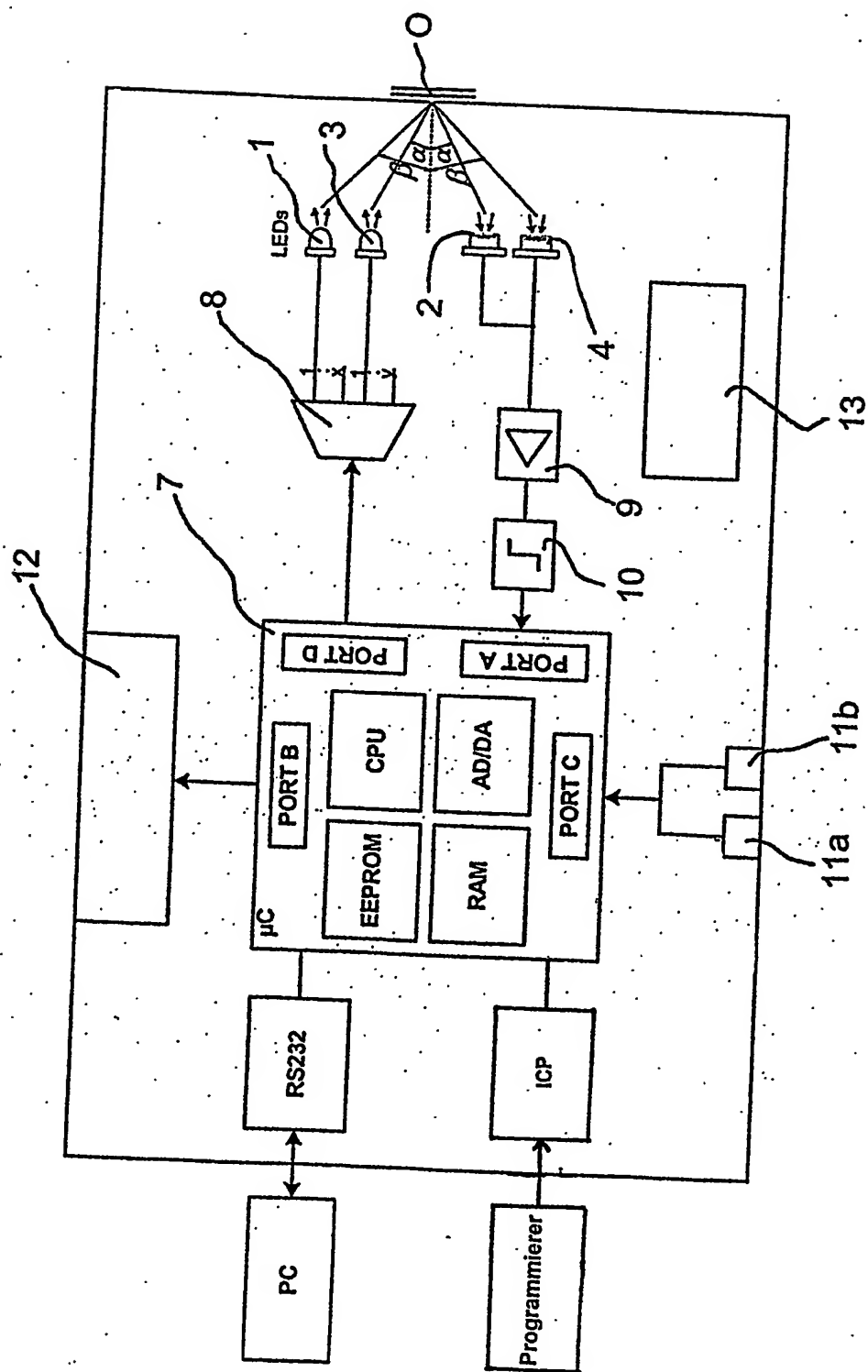


Fig. 3

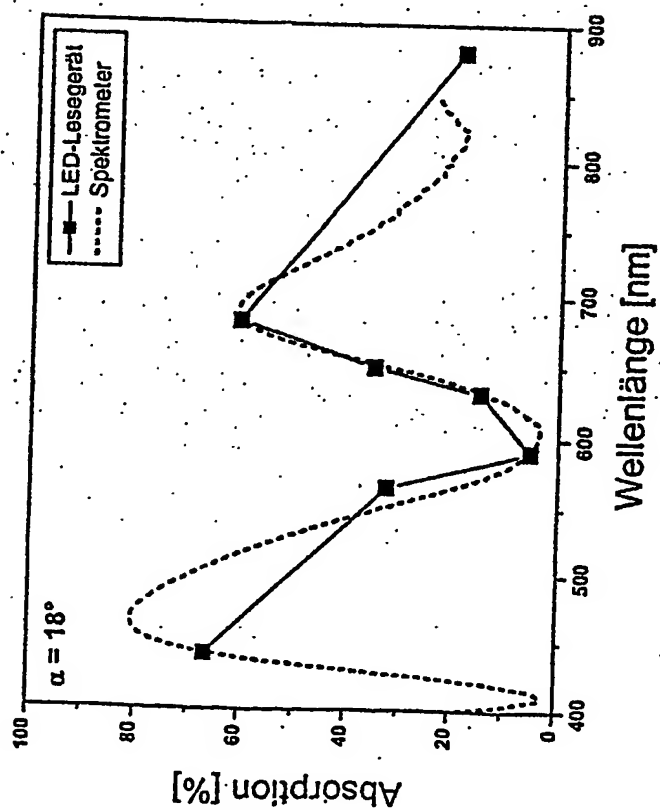
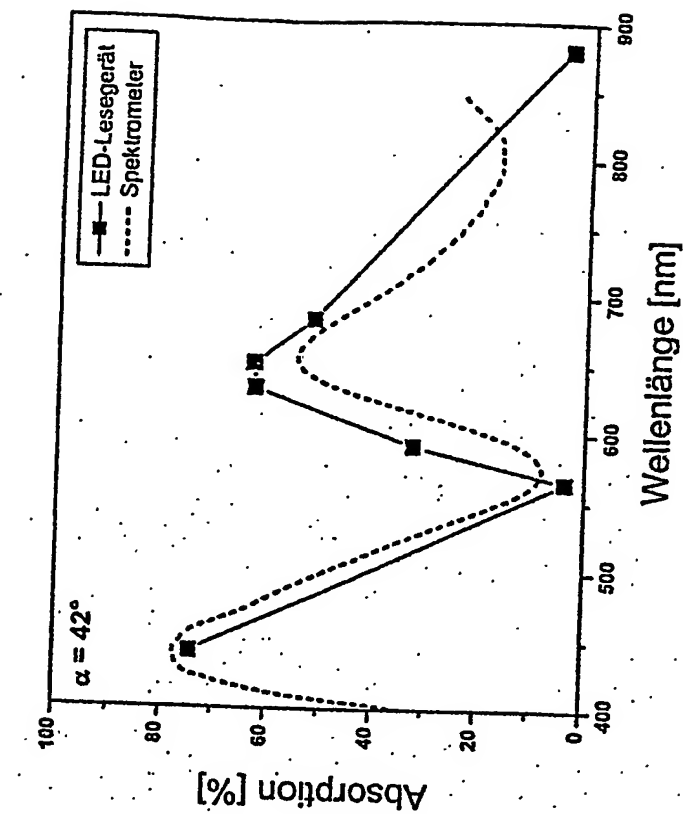


Fig. 4

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung der Farbe/n auf einer Oberfläche, insbesondere von in Abhängig-
5 keit des Beobachtungswinkels sich ändernden Farben, mit

- 10 a) mehreren, Licht in einem vorgegebenen Spektralbereich emittierenden, ersten Lichtquellen (1), wobei sich die erste Lichtquelle (1) in der Wellenlänge ihres Emissionsmaximums voneinander unterscheiden, und wobei die ersten Lichtquellen (1) in einem Gehäuse (5) so aufgenommen sind, dass sie die Oberfläche (0) bei darauf aufgesetztem Gehäuse (5) unter einem vorgegebenen ersten Winkel (α_1) bestrahlen,
- 15 b) einem in einem zweiten Winkel (α_2) angeordneten ersten Mittel (2) zur Messung der Intensitäten des von der Oberfläche (0) reflektierten Lichts, und
- 20 c) einem Mittel zum automatischen Vergleich der gemessenen Intensitäten mit für die jeweiligen Lichtquellen (1, 3) für mindestens eine vorgegebene Farbe gespeicherten Referenz-Intensitäten oder zur Berechnung der Koordinaten im Farbraum.

25 Fig. 1

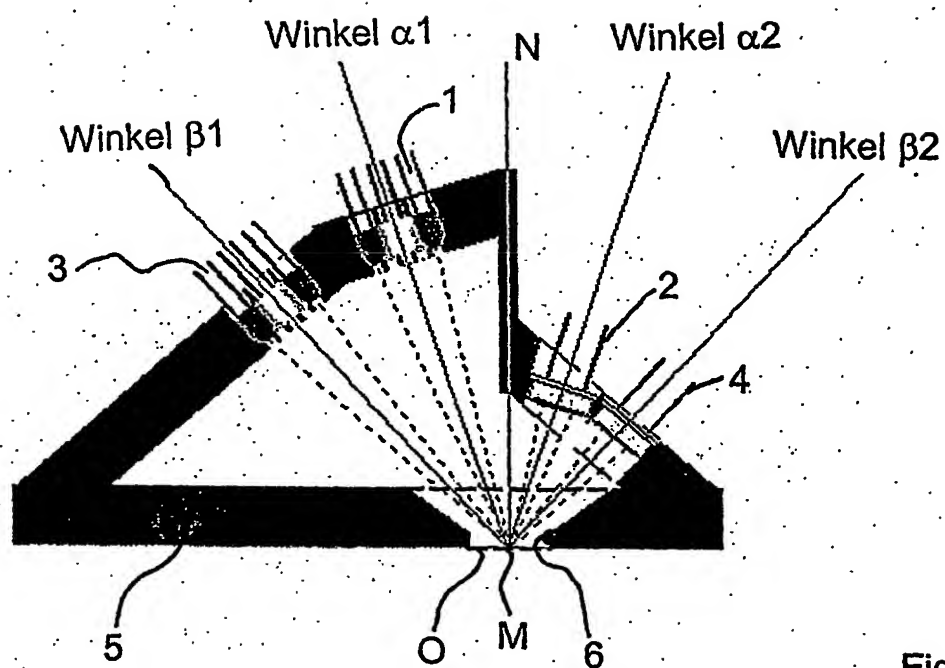


Fig. 1